

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03222715  
PUBLICATION DATE : 01-10-91

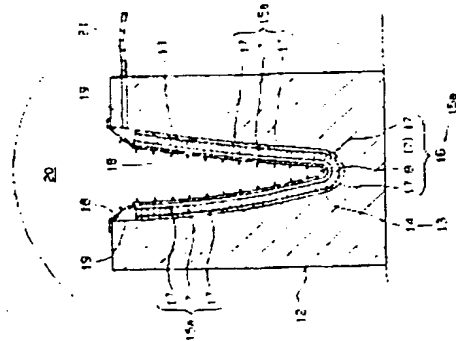
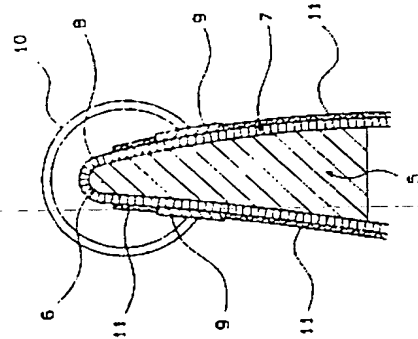
APPLICATION DATE : 30-01-90  
APPLICATION NUMBER : 02017815

APPLICANT : SHOWA AIRCRAFT IND CO LTD;

INVENTOR : NAGASAWA SHINSUKE;

INT.CL. : B29C 53/04 B29C 51/10 B32B 3/12 //  
B29K105:08 B29L 9:00 B29L 31:30

TITLE : MOLDING METHOD FOR  
HONEYCOMB PANEL HAVING  
CURVED SURFACE



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a honeycomb panel having a curved surface superior in adhesive strength even the same has large curvature by a vacuum bag molding device, by a method wherein a curved part is formed on a fixed part of an aramid honeycomb material set up between prepreg sheets along a jig provided beforehand with a curved surface whose curvature is almost the same as that of a curved part of the panel.

CONSTITUTION: A part of an aramid honeycomb material forming a curved part, which is impregnated with resin, flat-platelike and for curved surface forming, is bent by making use of a jig 5 provided with a curved surface mold part 6 whose curvature is almost the same as that of the inside of a curved part 16 of a panel to be molded, a curved part 8 is formed and set temporarily once and the aramid honeycomb material 7 having a curved surface is formed by heating and cooling the same. Then a prepreg sheet material 17 and the honeycomb material 7 are set up onto a mold surface 13 of a molding tool which is molded and possessing a curved surface part 14, which equals extremely the outside of a curved part 16 of the panel in curvature, in a temporary assembled state. The same is stuck and molded by a vacuum bag molding device and a honeycomb panel having a curved surface by possessing the aramid honeycomb material having the curved surface and the prepreg sheet material respectively as a core material and surface material is obtained.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-222715

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)10月1日

B 29 C 53/04

7722-4F

51/10

7722-4F

B 32 B 3/12

A

6617-4F

// B 29 K 105:08

B 29 L 9:00

4F

31:30

4F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全12頁)

⑭ 発明の名称 曲面ハニカムパネルの成形方法

⑯ 特 願 平2-17815

⑰ 出 願 平2(1990)1月30日

⑱ 発 明 者 長 澤 信 介 東京都昭島市田中町600番地 昭和飛行機工業株式会社内

⑲ 出 願 人 昭和飛行機工業株式会 東京都中央区日本橋室町3丁目1番20号  
社

⑳ 代 理 人 鴨 下 正 己

明 細 書

1. 発明の名称

曲面ハニカムパネルの成形方法

2. 特許請求の範囲

樹脂が含浸されてなる曲面形成用のアラミッドハニカム材を芯材とし、かつ、プリプレグシート材を表面材として、一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを、バキュームバック成形手段により成形する曲面ハニカムパネルの成形方法であって、適宜成形手段により成形されているとともに、樹脂が含浸され、所定の寸法を備えた平板状の曲面形成用のアラミッドハニカム材を準備する準備工程と、長手方向の一端部に前記パネル曲部における内面側の曲率と略等しい曲率の曲面型部を備えた所定の長さを有する曲面形成用治具における前記曲面型部上に、前記曲面形成用のアラミッドハニカム材における曲部を形成すべき所定部位を沿って位置させた後、該曲面形成用のアラミッドハニカム材を曲面型部の曲面に沿って曲成し、その内面側に曲面型部の

曲率と等しい曲率の曲部を形成することにより、前記曲部形成用治具上に、仮りに曲面アラミッドハニカム材を形成し、かつ、該曲面アラミッドハニカム材を、適宜係止手段により曲部形成用治具における曲面型部上に一体的に固定することによって、その状態を保持させ、次に、曲部形成用治具上に固定された状態の曲面アラミッドハニカム材を、加熱炉等により適宜温度で所定時間加熱した後、冷却することによって、所定部位にその外面側の曲率が、前記パネル曲部の外面側の曲率と略等しい曲部を有する曲面アラミッドハニカム材を形成する曲面アラミッドハニカム材形成工程と、次に、型面の一部所定部位に前記パネル曲部における外面側の曲率と等しい曲率の曲面部を有する曲面パネル成形用型の型面上に、該型面に沿って、先ず、別に準備されたプリプレグシート材をセットし、次に、前記曲面部とその曲部が一致する位置関係に曲面アラミッドハニカム材をセットした後、該曲面アラミッドハニカム材に沿ってプリプレグシート材をセットすることにより、曲面ハニ

カムパネルを仮組立状態にセットし、該状態にセットされた曲面ハニカムパネルをバキュームバック成形手段により、アラミッドハニカム材を芯材とし、アブリグシート材を表面材とした一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形するパネル成形工程とを有してなることを特徴とする曲面ハニカムパネルの成形方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 「産業上の利用分野」

本発明は、曲面ハニカムパネルの成形方法に関する。

さらに詳しくは、樹脂が含浸されてなる曲面形成用のアラミッドハニカム材を芯材とし、かつ、アブリグシート材を表面材として一部所定部位に曲率が大きな曲部を有する曲面ハニカムパネルを、バキュームバック成形手段により成形する曲面ハニカムパネルの成形方法の改善に関する。

#### 「技術背景」

先ず、その技術背景等について述べる。

属板材に比し、極めて小さく、また、柔軟性を有するアブリグシート材の厚縮強度も小さいので、係る曲面ハニカムパネルを、例えば、凹凸一組の成形型で成形した場合には、成形過程において、型の一部が片当りし易く、片当りした際には、その部位のアラミッドハニカム材を構成するセルのセル壁がずれて破損したり、潰れたりするため、係る成形手段によっては、高精度、かつ、高強度な曲面ハニカムパネルを成形することは極めて困難であった。

したがって、係る曲面ハニカムパネルを成形するにあたっては、一般に、成形される曲面ハニカムパネルの外側形状に一致すべく、一部所定部位にパネル曲部における外面側の曲率と等しい曲率の曲面部を有する凹曲状の型面を備えた曲面パネル成形用型の型面上に、アブリグシート材、一部所定部位に前記曲面部の曲率と略等しい曲率の曲部を仮りに形成すべく、曲成した曲面形成用のアラミッドハニカム材、アブリグシート材の順にセットすることにより曲面ハニカムパネルを仮

樹脂が含浸されてなるアラミッドハニカム材は、耐衝撃性、耐久性、自己消炎性、耐水性、耐酸性等に優れた特性を有するとともに、セルサイズの小さなハニカム材、すなわち高密度なハニカム材の成形が容易である等の特長を有し、かつ、このアラミッドハニカム材にアブリグシート材からなる表面材を添着した複合パネルたるハニカムパネルは、軽量であるにもかかわらず高い強度を有することから、近年、航空機、宇宙機器等の各種構造材等として用いられている。

#### 「従来の技術」

例えば、航空機の動翼の前縁部等、一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有し、かつ、内部に空間部を形成する必要がある部材を、芯材を構成する曲面形成用のアラミッドハニカム材にアブリグシート材からなる表面材を添着した曲面ハニカムパネルによって形成するにあたっては、アラミッドハニカム材は、例えば、金属板材等と異なり、延性がなく、かつ、その構造が短筒中空柱状のセルの平面的集合体よりなり、厚縮強度が金

組立状態にセットし、次に、この仮組立状態にセットされた曲面ハニカムパネルの表面を耐熱非通気性シート材で覆うとともに、この耐熱非通気性シート材の全周縁部を前記曲面パネル成形用型の適宜部位に気密状に固着して低圧室を形成し、次に、係る状態に曲面パネル成形用型にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルを加熱加圧炉内にセットした後、低圧室と炉外に設置された吸引装置とを、耐熱性フレキシブルホース等を介して連通し、吸引装置により低圧室内を減圧することにより、仮組立状態の曲面ハニカムパネルの各構成部材を互いに略全面的に当接させるとともに、型面にも略全面的に当接せしめた後、次に、加熱加圧炉内の温度を所定温度まで高めるとともに、加熱加圧炉内を所定の圧力まで高め、係る状態を維持させることにより、軟化された曲面ハニカムパネルを構成する各部材は互いにより圧接されるとともに、型面にもより圧接される。また、同時に加熱により融解したアブリグシート材に含まれていた樹脂の一部が曲面形成用のアラミッドハ

ニカム材の端部に流れ出す。よって、次に、加圧状態を保持したまま加熱加圧炉内の温度を下げることに、曲面形成用のアラミッドハニカム材とプリプレグシート材は、互いに圧接状態で流れ出した樹脂により接着され曲面ハニカムパネルが成形される。係る曲面ハニカムパネルの成形手段、いわゆる、バキュームバック成形手段により曲面ハニカムパネルは成形されていた。

「発明が解決しようとする課題」

ところで、従来の曲面形成用のアラミッドハニカム材を芯材とし、かつ、プリプレグシート材を表面材として、一部所定部位にパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルをバキュームバック成形手段により成形する場合にあっては、曲面パネル成形用型への曲面形成用のアラミッドハニカム材のセットは、予め、平板状態の曲面形成用のアラミッドハニカム材の所定部位に、曲面パネル成形用型の型面における曲面部の曲率と略等しい曲率の曲部を仮りに曲成し、この状態を保持しつつ型面上にセットされていた。

の各部材は、この加圧により型面側により圧接されるので、低圧室の減圧時、残存していた空隙は除去される。

もって、成形される曲面ハニカムパネルが、一部所定部位にパネル曲部を有するものであっても、そのパネル曲部の曲率が小さいものの場合にあっては、そのパネル曲部の接着強度等の強度に優れ、かつ、パネル曲部における外面側の曲率が、型面における曲面部の曲率と一致した高精度な曲面ハニカムパネルを形成することができる。

ところが、一部所定部位に極めて曲率の大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形する場合にあっては、曲面パネル成形用型の型面上にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルにおける曲面形成用のアラミッドハニカム材と型面における曲面部間に空隙が生じた場合、その空隙の程度が極めて低い場合であっても、低圧室を減圧するのみによっては勿論のこと、次に、加熱するとともに、より加圧した場合にも、加熱により軟化された曲面形成用のアラミッドハニカム材

しがつて、そのセットが困難かつ面倒であるとともに、型面上にセットされた曲面形成用のアラミッドハニカム材は、仮りの曲成状態を保持していた例えば外力が除去された場合、復元力により所定量常態に復元するため、先に型面に沿ってセットされていたプリプレグシート材との間、すなわち、型面との間には殆どの場合、空隙が生じる。

しかし、空隙が生じた場合であっても、成形される曲面ハニカムパネルにおけるパネル曲部の曲率が小さいものの場合には、曲面ハニカムパネルの成形過程において、先ず、低圧室内を減圧することにより、仮組立状態の曲面ハニカムパネルの各部材は互いに稍圧接されるとともに、型面にも稍圧接されるように変位する。よって、セット時、存在していた空隙は、その程度が低い場合には、この過程で殆ど除去される。また、空隙の程度が可なり高く、低圧室を減圧することのみによって、完全に空隙を除去できなかった場合でも、次に、加熱するとともに、加圧することにより、加熱により軟化された仮組立状態の曲面ハニカムパネル

の圧縮強度が著しく低下し、この軟化された曲面形成用のアラミッドハニカム材の圧縮強度以上の加圧力で加圧することができないので、殆どの場合、空隙を完全に除去するとはできず、空隙は略当初の状態のままで残存する。また、係る曲面ハニカムパネルを成形する際、型面との間に空隙が生ずる箇所は、殆どパネル曲部に限られていた。

したがって、従来、係る曲面ハニカムパネルを成形する場合には、特に、所定曲率の曲部を仮りに曲成した曲面形成用のアラミッドハニカム材の型面上へのセットは、両者間に空隙が生じないようにセットする必要があった。

然しながら、如何に長時間をかけ丁寧にセットしても、係る不具合の発生を完全に防止することはできなかった。

故に、曲面形成用のアラミッドハニカム材における仮りに曲部を曲成する部位に位置する各セル壁の適宜部位にスリットを形成し、容易に型面における曲面部になじむようにセットすることができ、空隙の発生の防止を図ることが試みられたが、

係る手段によれば、空隙の発生を略完全に防止することはできるが、この部位のアラミッドハニカム材の強度が低下することにより、成形された曲面ハニカムパネルにおけるパネル曲部の強度も低下する。したがって、係る手段により成形された曲面ハニカムパネルにあっては、使用目的によっては適さないという問題が指摘されていた。

本発明は上述の事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、樹脂が含浸されてなる曲面形成用のアラミッドハニカム材を芯材とし、かつ、アブリグシート材を表面材として、バキュームバック成形手段により曲面ハニカムパネルを成形する際、特に、その曲面ハニカムパネルが一部所定部位に曲率が極めて大きなパネル曲部を有するものの場合であっても、接着強度等の強度に優れているとともに、精度にも優れたパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを容易に成形することが可能な曲面ハニカムパネルの成形方法を提案することにある。

#### 「課題を解決するための手段」

に曲面型部の曲率と等しい曲率の曲部を形成することにより、前記曲部形成用治具上に、仮りに曲面アラミッドハニカム材を形成し、かつ、該曲面アラミッドハニカム材を、適宜係止手段により曲部形成用治具における曲面型部上に一体的に固定することによって、その状態を保持させ、次に、曲部形成用治具上に固定された状態の曲面アラミッドハニカム材を、加熱炉等により適宜温度で所定時間加熱した後、冷却することによって、所定部位にその外面側の曲率が、前記パネル曲部の外面側の曲率と略等しい曲部を有する曲面アラミッドハニカム材を形成する曲面アラミッドハニカム材形成工程と、次に、型面の一部所定部位に前記パネル曲部における外面側の曲率と等しい曲率の曲面部を有する曲面パネル成形用型の型面上に、該型面に沿って、先ず、別に準備されたアブリグシート材をセットし、次に、前記曲面部とその曲部が一致する位置関係に曲面アラミッドハニカム材をセットした後、該曲面アラミッドハニカム材に沿ってアブリグシート材をセットすること

本発明は、上記目的を達成すべくなされたもので、その技術的解決手段は、次のとおりである。

本発明に係る曲面ハニカムパネルの成形方法は、樹脂が含浸されてなる曲面形成用のアラミッドハニカム材を芯材として、かつ、アブリグシート材を表面材として、バキュームバック成形手段により一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形する成形方法であって、次の工程を有している。

すなわち、適宜成形手段により成形されているとともに、樹脂が含浸され、所定の寸法を備えた平板状の曲面形成用のアラミッドハニカム材を準備する準備工程と、次に、準備工程で準備された前記曲面形成用のアラミッドハニカム材における曲部を形成すべき所定部位を、長手方向の一部側に前記パネル曲部における内面側の曲率と略等しい曲率の曲面型部を備えた所定の長さを有する曲部形成用治具における前記曲面型部上に沿って位置させた後、該曲面形成用のアラミッドハニカム材を曲面型部の曲面に沿って曲成し、その内面側

により、曲面ハニカムパネルを仮組立状態にセットし、該状態にセットされた曲面ハニカムパネルをバキュームバック成形手段により、アラミッドハニカム材を芯材とし、アブリグシート材を表面材とした一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形するパネル成形工程とを有してなっている。

#### 「作用」

本発明に係る曲面ハニカムパネルの成形方法は、上記手段よりなるので、以下の如く作用する。

準備工程において準備された適宜成形手段により成形され、かつ、樹脂が含浸された所定の寸法を備えた平板状の曲面形成用のアラミッドハニカム材における曲部を形成する部位に、次の曲面アラミッドハニカム材形成工程において、成形される曲面ハニカムパネルのパネル曲部における内面側の曲率と略等しい曲率の曲面型部を備えた曲部形成用治具を用い、一旦仮りに曲面型部により曲部を曲成し、この状態を保持しつつ加熱、冷却することによって、所定部位に、その外面側の曲率

が、成形される曲面ハニカムパネルのパネル曲部における外面側の曲率と略等しい曲部を有する曲面アラミッドハニカム材を形成し、次のパネル成形工程において、型面の一部所定部位に、成形される曲面ハニカムパネルのパネル曲部における外面側の曲率と等しい曲率の曲面部を有する曲面パネル成形用型の型面上に、プリプレグシート材、曲面アラミッドハニカム材をそれぞれ所定の位置関係にセットすることにより、曲面ハニカムパネルを仮組立状態にセットし、セットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルを、バキュームバック成形手段により接着成形することによって、曲面アラミッドハニカム材を芯材とし、プリプレグシート材を表面材とした曲面ハニカムパネルは成形されるので、パネル成形工程において、曲面パネル成形用型の型面に沿って、プリプレグシート材、曲面アラミッドハニカム材を所定の順でセットする際、柔軟性を有するプリプレグシート材間にセットされる曲面アラミッドハニカム材には、予め、曲面アラミッドハニカム材形成工程において、

周縁部を曲面パネル成形用型の適宜部位に気密状に固着するとともに、仮組立状態の曲面ハニカムパネルの表面を覆うように配設された耐熱非通気性シート材によって形成された低圧室内を減圧した際、特に、型面における曲面部に略当接状態にセットされていた仮組立状態の曲面ハニカムパネルにおけるパネル曲部の各部材は、この低圧室の減圧により可なり加圧され、互いにより全面的に稍圧接されるとともに、同時に曲面部にもより全面的に稍圧接される。また、この低圧室の減圧により、仮組立状態の曲面ハニカムパネルにおけるパネル曲部以外の他の部位も、パネル曲部と略同様、互いにより全面的に稍圧接されるとともに、同時に型面にもより全面的に稍圧接される。よって、この状態において、仮組立状態の曲面ハニカムパネルを構成する各部材は、互いに全面的に稍圧接された状態になっているとともに、型面にも全面的に稍圧接された状態となっている。

係る状態の仮組立状態の曲面ハニカムパネルは、次の工程において、より加圧されるとともに、加

その所定部位に所定曲率の曲部、すなわち、その外面側の曲率が、型面における曲面部の曲率と略等しい曲部が形成されている。したがって、先に、型面と略全面的に当接状態にセットされた柔軟性を有するプリプレグシート材上に、次に、型面における曲面部と、その曲部が対応する位置関係に曲面アラミッドハニカム材をセットすることにより、この曲面アラミッドハニカム材は、型面における曲面部との間に挟装状態で位置するプリプレグシート材を介して曲面部と略全面的に当接状態にセットされる。よって、この状態において、特に、型面における曲面部と曲面アラミッドハニカム材の曲部間に空隙が生じることは殆どない。

次に、セットされた曲面アラミッドハニカム材上に、略全面的に当接状態にプリプレグシートをセットすることにより、型面上には曲面ハニカムパネルが仮組立状態でセットされる。

次に、このように型面上にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルをバキュームバック成形手段により接着成形する過程において、その全

然されるため、仮組立状態の曲面ハニカムパネルを構成する各部材は、互いにより全面的に密接されるとともに、型面にもより全面的に密接され、この状態を保持しつつ曲面ハニカムパネルは成形されるので、成形された曲面ハニカムパネルの各構成部材は、互いに密接状態に接着されているとともに、また、型面における曲面部の曲率と完全に一致した曲率のパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルが得られる。

したがって、成形される曲面ハニカムパネルが、一部所定部位に極めて大きな曲率のパネル曲部を有するものの場合であっても、容易に、接着強度等の強度に優れ、かつ、高精度なパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形することができる。

#### 「実施例」

以下本発明を、その実施例を示す図面に基づいて説明する。

第1図は、曲面形成用のアラミッドハニカム材の要部の平面概略図、第2図は、曲面形成用治具における曲面型部に沿って曲面形成用のアラミッ

ドハニカム材に曲部を曲成するとともに、その状態を保持せしめた状態を示す要部の縦断面図、第3図は、曲面パネル成形用型の型面上にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルを、バキュームバック成形手段により成形する過程を示す要部の縦断面図、第4図は、成形された曲面ハニカムパネルの斜視図である。

先ず、曲面ハニカムパネルの成形方法に関し、準備工程、曲面アラミッドハニカム材形成工程、パネル成形工程等の順に詳述する。

準備工程において準備される曲面形成用のアラミッドハニカム材について説明する。

図において、1は準備工程において準備された曲面形成用のアラミッドハニカム材であり、この実施例における曲面形成用のアラミッドハニカム材1(所謂オーバーエクスパンダコア)は以下の如くなっている。すなわち、周知の展張成形手段により成形される略正六角形の中空柱状のセルの平面的集合体よりなるハニカムコアの成形方法に準じて成形された所定のセルサイズを有する略正

六角形状のセルの平面的集合体よりなるアラミッドペーバを基材としたアラミッドハニカムコアを、所定量オーバー展張、すなわち、セル2を形成するセル壁3、4の折曲角が略90°をなし、セル2の平面形状が略長方形形状となるまでさらに展張方向Wに展張し、次に、樹脂を含浸することにより補強した後、所定の厚さにスライスすることによって成形されている。したがって、この曲面形成用のアラミッドハニカム材1は、所定の厚さ、幅及び長さを備え、所定のセルサイズSを有する略長方形の中空柱状のセル2の平面的集合体よりなっている。

ところで、この曲面形成用のアラミッドハニカム材1にあつては、セル2を形成するセル壁3、4は、一枚の基材よりなる強度の小さいセル壁3が、展張方向Wに沿い一直線状に略連続した状態で位置し、かつ、二枚の基材を接合することにより形成された強度の大きいセル壁4が、展張方向Wに直交する方向、所謂リボン方向Lに沿って位置しているとともに、展張方向WにセルサイズS

の1/2ずつ交互にずれて位置している。したがって、この曲面形成用のアラミッドハニカム材1にあつては、リボン方向Lに湾曲せしめた場合には、セル壁4間の間隔は、展張方向Wにおいては凹曲面、凸曲面何れの側においても変化しないが、リボン方向L間においては凹曲面側で縮まり、凸曲面側で開くように変位する。このような強度の大きいセル壁4のリボン方向L間の間隔の変移に伴い、展張方向Wに沿って一直線状に位置していた強度の小さいセル壁3は、その間隔が、特に、セル2におけるセルサイズSに沿った方向、すなわち、展張方向Wの中心位置において、大きく凹曲面側で縮まり、凸曲面側で開くようにねじれ変形を起こしつつ変移する。よって、セル壁3が折損したり、セル壁4の接合部が剥離する等の事態が生ずることなく容易に湾曲するという特性を有している。もって、この曲面形成用のアラミッドハニカム材1においては、リボン方向Lに湾曲せしめることによって高精度な曲部8を曲成することができる。

なお、準備工程において準備される曲面形成用のアラミッドハニカム材については、上述の実施例において説明した曲面形成用のアラミッドハニカム材1(所謂オーバーエクスパンダコア)に限定されるものではなく、他の曲面形成用のアラミッドハニカム材であってもよい。

準備工程において準備される曲面形成用のアラミッドハニカム材はこのようになっている。

次に、曲面アラミッドハニカム材形成工程について説明する。

5はこの工程において用いられる曲部形成用治具であり、この曲部形成用治具5は以下の如くなっている。すなわち、この曲部形成用治具5は、曲面形成用のアラミッドハニカム材1の展張方向Wの長さより長い長さを有し、かつ、その長手方向の一側部には全長に亘り、後述の成形される曲面ハニカムパネル15の一部所定部位に形成される曲率が大きなパネル曲部16(例えば、外面側の曲率が約0.077、内面側の曲率が約0.125のパネル曲部)の内面側の曲率と略等しい曲

・率の曲面型部6が形成されている。第2図に示す実施例における曲部形成用治具5は、断面略逆U字形状をなし、その先端部に曲面型部6が設けられている。

この曲部形成用治具5の曲面型部6上に、先の準備工程で準備された曲面形成用のアラミッドハニカム材1における展張方向Wに沿って位置する曲部8を形成すべき所定部位に沿って位置させた後、この曲面形成用のアラミッドハニカム材1を、曲面型部6の曲面に沿って、各セル2における下端に位置するセル壁3、4における端面の少なくとも一部が、それぞれ曲面型部6の曲面に当接する状態にリボン方向しに曲げることによって、曲面型部6上に、内面側の曲率が曲面型部6の曲率と等しい曲部8を有する曲面アラミッドハニカム材7を、一旦仮りに曲成し、次に、この状態の曲面アラミッドハニカム材7を、その状態を保持しつつ、曲部形成用治具5と略等しい長さを有する一対の帯状固定治具9と複数のクランプ10とからなる係止手段によって、曲面アラミッドハニカ

ム材7の曲部8の近傍位置を、その展張方向Wに沿って挟持し、曲面型部6に一体的に固定する。次に、曲部形成用治具5に固定された曲面アラミッドハニカム材7における曲部8以外の外表面をガラスクロス等の耐熱保護部材11で覆った後、このような状態に曲部形成治具5に固定された曲面アラミッドハニカム材7を、加熱炉(図示せず)中において、適宜温度で所定時間加熱することにより曲面アラミッドハニカム材7の曲部8は、曲面型部6に一体的に固定された状態のままで軟化される。次に、冷却することによって、曲部8はそのままの状態では硬化する。したがって、曲部形成治具5から取外された曲面アラミッドハニカム材7の所定部位には、所定の曲率の曲部8、すなわち、その内面側の曲率が、曲面型部6の曲率と一致するとともに、その外面側の曲率が、成形される曲面ハニカムパネル15におけるパネル曲部16の外面側の曲率と略一致する恒久的な曲部8が形成されている。

なお、この実施例においては、曲面アラミッド

ハニカム材7の形成時、曲部形成用治具5上に固定された曲面アラミッドハニカム材7における曲部8以外の外表面を耐熱保護部材11で覆った後、曲面アラミッドハニカム材7は加熱されるので、曲部8以外の部位が加熱されることにより、強度低下を来したり、軟化により変形する等の事態が生じることはない。

また、この工程において用いられる曲部形成用治具5について、実施例においては、断面略逆U字形状の曲部形成用治具5について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、所定の曲率の曲面型部を備えた略丸棒状の曲部形成用治具等であってもよい。

曲面アラミッドハニカム材形成工程はこのようになっている。

次に、パネル成形工程について説明する。

成形される曲面ハニカムパネル15の外面の形状に、その形状が一致すべく一部所定部位(第3図に示す実施例においては、下端部位置)に成形される曲面ハニカムパネル15のパネル曲部1

6における外面側の曲率と等しい曲率(曲率:約0.077)の曲面部14を有する凹曲状の型面13を備えた曲面パネル成形用型12の型面13に沿って、先ず、別に準備された曲面アラミッドハニカム材7と略同一寸法に形成された柔軟性を有するプリプレグシート材17を型面13と略全面的に当接状態にセットし、次に、型面13における曲面部14と、その曲部8とが対応する位置関係に曲面アラミッドハニカム材7をセットした後、この曲面アラミッドハニカム材7上に、略全面的に当接状態にプリプレグシート材17をセットすることにより、型面13上には曲面ハニカムパネル15aが仮組立状態でセットされる。

この状態において、特に、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16の各部材7、17は、互いに略当接状態にセットされているとともに、型面13における曲面部14にも略当接状態にセットされている。

次に、この仮組立状態にセットされた曲面ハニカムパネル15aの表面をポリエステルシート等



の耐熱非通気性シート材18で覆うとともに、この耐熱非通気性シート材18の全周縁部を曲面パネル成形用型12の適宜部位に気密状に固着して、曲面パネル成形用型12の型面13と耐熱非通気性シート材18とにより囲われた低圧室19を形成する。次に、係る状態に曲面パネル成形用型12にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aを、例えば、オートクレーブ等の加熱加圧炉20内にセットした後、低圧室19と外部とを連通すべく形成された通過孔(図示せず)と、加熱加圧炉20の外部に設置された吸引装置(図示せず)とを、例えば、耐熱性のフレキシブルホース等のエアホース21を介して連通し、吸引装置により低圧室19内を減圧することにより、特に、型面13における曲面部14に略当接状態にセットされていた仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16の各部材7、17は、可なり圧接され、互いにより全面的に稍圧接されるとともに、同時に曲面部14にもより全面的に稍圧接される。また、この低圧室19の

減圧により、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16以外の他の部位も、パネル曲部16と略同様、互いにより全面的に稍圧接されるとともに、同時に型面13にもより全面的に稍圧接される。したがって、この状態において、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aを構成する各部材7、17は、互いに全面的に稍圧接状態になっているとともに、型面13にも全面的に稍圧接状態となっている。

係る状態の仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aは、次に、加熱加圧炉20内の温度を所定の温度まで高めるとともに、加熱加圧炉20内の圧力を所定圧まで高め、この状態を所定時間維持させることにより、軟化された曲面ハニカムパネル15aを構成する各部材7、17は互いにより密接されるとともに、型面13にもより密接される。また、同時に融解し流れ出したアリアレグシート材17に含まれていた一部の樹脂が、曲面アラミッドハニカム材7の端面部に滴通無く行渡る。よって、次に、加圧状態を保持させたまま、加熱加

圧炉20内の温度を下げることにより、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aは、密接状態を保持したまま接着成形されるので、成形された曲面ハニカムパネル15の各部材7、17は、互いに密接状態で接着されるとともに、また、特に、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16と型面13における曲面部14とが、密接状態を保持した状態で、曲面ハニカムパネル15は、接着成形されるので、パネル曲部16の外側側の曲率が曲面部14の曲率と完全に一致したパネル曲部16を有する曲面ハニカムパネル15が得られる。

パネル成形工程はこのようになっている。

本発明に係る曲面ハニカムパネルの成形方法は、以上説明したようになっている。

したがって、本発明に係る曲面ハニカムパネルの成形方法によれば、準備工程において準備された樹脂が含まれた所定の寸法を備えた平板状の曲面形成用のアラミッドハニカム材1(所謂オーバエキスパンドコア)を、次の曲面アラミッドハ

ニカム材形成工程において、所定の曲率(成形される曲面ハニカムパネル15のパネル曲部16における内側側の曲率と略等しい曲率)の曲面型部6を備えた曲部形成用治具5を用い、曲面形成用のアラミッドハニカム材1における所定部位、すなわち、展張方向wに沿った曲部8を形成する部位に、一旦仮りに曲部形成用治具5における曲面型部6上に曲部8を曲成した後、この状態を保持させ、加熱、冷却することによって、その外側側の曲率が形成される曲面ハニカムパネル15のパネル曲部16における外側側の曲率と略等しく、かつ、その内側側の曲率が成形される曲面ハニカムパネル15のパネル曲部16における内側側の曲率と略等しい恒久的な曲部8を有する曲面アラミッドハニカム材7を形成し、次のパネル成形工程において、曲面パネル成形用型12の型面13上に、順に、アリアレグシート材17、型面13の一部所定部位に設けられた成形される曲面ハニカムパネル15のパネル曲部16における外側側の曲率と等しい曲率を有する曲面部14と、その曲

部8とが対応する位置関係に曲面アラミッドハニカム材7、プリプレグシート材17をセットすることによって、型面13上には曲面ハニカムパネル15aが仮組立状態にセットされる。ところで、この曲面ハニカムパネル15aを仮組立状態にセットするにあたって、特に、芯材を構成する曲面アラミッドハニカム材7をセットする際、曲面アラミッドハニカム材7の一部所定部位には、予め、その外面側の曲率が曲面部14の曲率と略等しい恒久的な曲部8が形成されているので、曲面アラミッドハニカム材7のセットは極めて容易であるとともに、セットされた状態において、特に、この曲面アラミッドハニカム材7における曲部8は、型面13における曲面部14との間に挟装状態で位置するプリプレグシート材17を介して、曲面部14と略全面的に当接状態にセットされている。よって、この状態において、曲面部14と曲面アラミッドハニカム材7における曲部8間に空隙が生ずることは殆どない。また、この曲面アラミッドハニカム材7上にセットされたプリプレグシー

ト材17は柔軟性を有し、曲面アラミッドハニカム材7に略全面的に当接状態にセットすることが可能なため、型面13上に、このように仮組立状態にセットされた曲面ハニカムパネル15aにおける特にパネル曲部16の各部材7、17は、互いに略当接状態にセットされているとともに、型面13における曲面部14にも略当接状態にセットされている。

次に、このように型面13上にセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aを、バキュームバック成形手段により接着成形する過程において、先ず、その全周縁部を曲面パネル成形用型12の適宜部位に気密状に固着するとともに、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15a上を覆うように配設された耐熱非通気性シート材18によって形成された低圧室19内を減圧した際、型面13における曲面部14に略当接状態にセットされていた仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16の各部材7、17は、この低圧室19の減圧により、互いにより全面的に稍

圧接されるとともに、同時に曲面部14にもより全面的に稍圧接される。また、これと同時に、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16以外の各部材7、17も、互いに全面的に稍圧接されるとともに、型面13にも稍圧接される。

係る状態の仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aは、次の工程において、加熱加圧炉20によって、加熱されるとともに、より加圧される。よって、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aを構成する各部材7、17は、軟化されるとともに、さらに加圧されるため、互いにより全面的に密接されるとともに、型面13にも、より全面的に密接される。次に、加圧状態を保持したまま、加熱加圧炉20内の温度を下げることにより、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aは、密接状態を保持した状態のままで、加熱時融解したプリプレグシート材17に含まれていた一部の樹脂により接着され成形されるので、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aの各部材7、17は、互いに密

接状態で接着されるとともに、また特に、仮組立状態の曲面ハニカムパネル15aにおけるパネル曲部16は、型面13における曲面部14と密接状態を保持した状態で成形される。もって、パネル曲部16の外面側の曲率が曲面部14の曲率と完全に一致したパネル曲部16を有する曲面ハニカムパネル15が得られる。

したがって、成形される曲面ハニカムパネル15が、一部所定部位に極めて大きな曲率のパネル曲部16を有するものの場合であっても、容易に、接着強度等の強度に優れ、かつ、高精度なパネル曲部16を有する曲面ハニカムパネル15を成形することができる。

#### 「発明の効果」

以上詳述した如く、本発明に係る曲面ハニカムパネルの成形方法にあつては、準備工程で準備された曲面形成用のアラミッドハニカム材を、次の曲面アラミッドハニカム材形成工程において、所定の曲率の曲面型部を有する曲部形成用治具を用い、曲面形成用のアラミッドハニカム材における

一部所定部位に、一旦仮りに、曲部形成用治具上に所定の曲率の曲部を曲成した後、この状態を保持しつつ加熱、冷却することによって、恒久的な所定の曲率の曲部を有する曲面アラミッドハニカム材を形成し、次のパネル成形工程において、型面の一部所定部位に所定の曲率の曲面部を有する曲面パネル成形用型の型面上に、型面に沿って、先ず、別に準備されたプリプレグシート材をセットし、次に、型面における曲面部とその曲部が一致する位置関係に曲面アラミッドハニカム材をセットした後、この曲面アラミッドハニカム材に沿ってプリプレグシート材をセットすることにより、曲面ハニカムパネルを仮組立状態にセットし、この仮組立状態にセットされた曲面ハニカムパネルをバキュームバック成形手段によって、アラミッドハニカム材を芯材とし、プリプレグシート材を表面材とした一部所定部位に曲率が大きなパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルが成形されるので、曲面ハニカムパネルを仮組立状態に型面上にセットするにあたって、特に、曲面アラミッドハ

ニカム材のセットが容易であるとともに、セットされた曲面アラミッドハニカム材における曲部は、型面における曲面部との間に挟装状態で位置するプリプレグシート材を介して曲面部と略全面的に当接状態にセットされる。よって、型面における曲面部と曲面アラミッドハニカム材における曲部間に空隙が生ずることはない。もって、容易に型面上に、仮組立状態の曲面ハニカムパネルにおける特にパネル曲部を構成する部材を、互いに略当接状態にセットすることができるとともに、型面における曲面部にも略当接状態にセットすることができる。

型面上に、このようにセットされた仮組立状態の曲面ハニカムパネルは、次に、バキュームバック成形手段により接着成形されるので、成形された曲面ハニカムパネルにおける各構成部材は、パネル曲部においても、互いに密接状態に接着されているとともに、また、このように接着されたパネル曲部は、型面における曲面部と密接状態を保持しつつ成形されているので、成形過程において

パネル曲部と曲面部間に空隙が生じることはなく、パネル曲部の外面側の曲率が曲面部の曲率と完全に一致したパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルを成形することができる。

したがって、成形される曲面ハニカムパネルが、一部所定部位に極めて大きな曲率のパネル曲部を有するものの場合であっても、容易に、接着強度等の強度に優れ、かつ、高精度なパネル曲部を有する曲面ハニカムパネルが得られる。

このように、この種従来例に存した問題点が一掃される等、本発明の発揮する効果は顕著にして大いなるものがある。

#### 4. 図面の簡単な説明

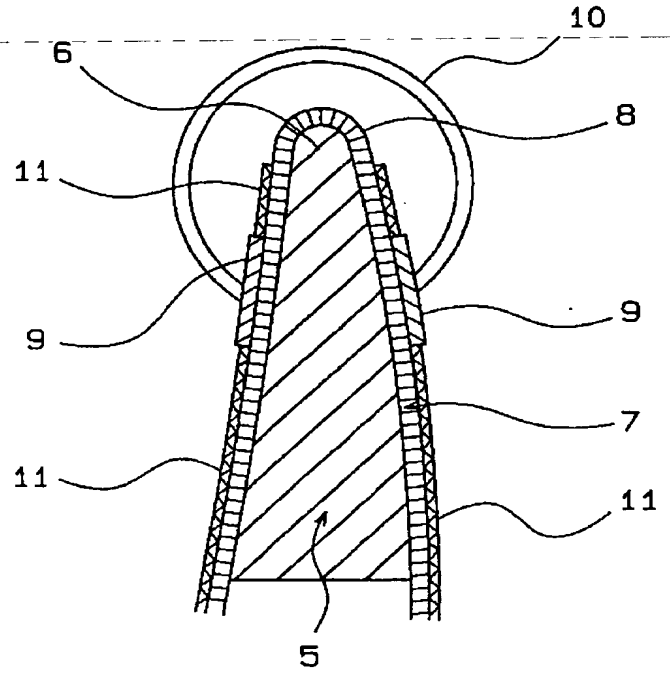
図面は本発明の実施例を示すもので、第1図は、曲面形成用のアラミッドハニカム材の要部の平面概略図、第2図は、曲部形成用治具における曲面型部に沿って曲面形成用のアラミッドハニカム材に曲部を曲成するとともに、その状態を保持せしめた状態を示す要部の縦断面図、第3図は、曲面パネル成形用型の型面上にセットされた仮組立状

態の曲面ハニカムパネルを、バキュームバック成形手段により成形する過程を示す要部の縦断面図、第4図は、成形された曲面ハニカムパネルの斜視図である。

- 1・・・曲面形成用のアラミッドハニカム材
- 2・・・セル
- 3・・・セル壁（強度の小さいセル壁）
- 4・・・セル壁（強度の大きいセル壁）
- 5・・・曲部形成用治具
- 6・・・曲面型部
- 7・・・曲面アラミッドハニカム材
- 8・・・曲部
- 9・・・帯状固定治具
- 10・・・クランプ
- 11・・・耐熱保護部材
- 12・・・曲面パネル成形用型
- 13・・・型面
- 14・・・曲面部
- 15・・・曲面ハニカムパネル
- 15a・・・仮組立状態の曲面ハニカムパネル

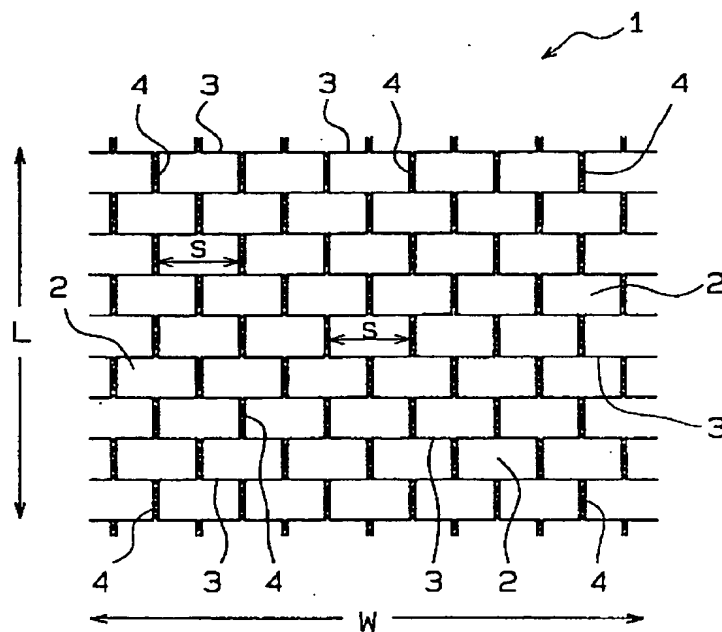
第 2 図

- 16・・・パネル曲部  
 17・・・プリプレグシート材  
 18・・・耐熱非通気性シート材  
 19・・・低圧室  
 20・・・加熱加圧炉  
 21・・・エアホース  
 S・・・セルサイズ  
 L・・・リボン方向  
 W・・・展張方向。

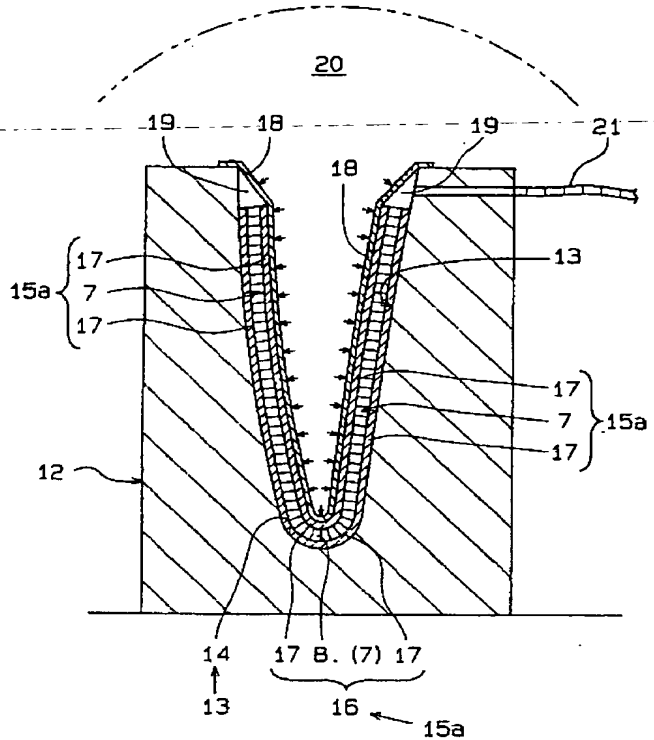


特許出願人 昭和飛行機工業株式会社  
 代理人 鴨下正己

第 1 図



第 3 図



第 4 図

